

02P07642



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 101 64 281 A 1**

⑤① Int. Cl.7:
G 01 T 1/29

②① Aktenzeichen: 101.64 281.4
②② Anmeldetag: 28. 12. 2001
④③ Offenlegungstag: 5. 9. 2002

DE 101 64 281 A 1

③⑩ Unionspriorität:
751814 29. 12. 2000 US

⑦① Anmelder:
GE Medical Systems Global Technology Company
LLC, Waukesha, Wis., US

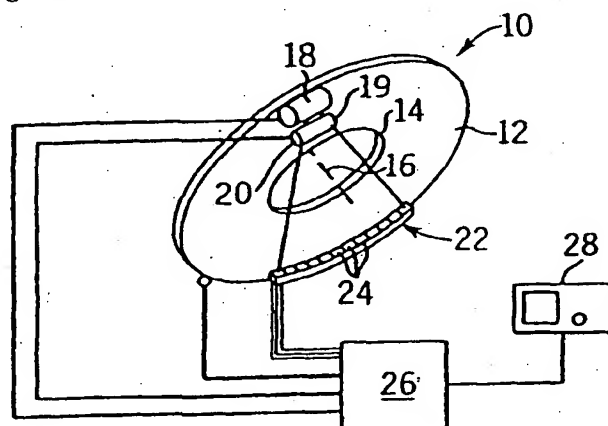
⑦④ Vertreter:
Tiedtke, Bühling, Kinne & Partner GbR, 80336
München

⑦② Erfinder:
Bromberg, Neil Barry, Milwaukee, Wis., US;
Gordon III, Clarence L., Delafield, Wis., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ **Abtastratenskalierung von Kalibrationsvektoren bei Röntgen-CT-Geräten**

⑤① Eine zeitaufwendige Kalibration eines Mehrelementröntgendetektors für ein Mehrabtastratenfähigkeiten aufweisendes Röntgencomputertomographiegerät 10 wird reduziert, indem durch die Verwendung von Luftabtastraten eine skalare Beziehung zwischen der Empfindlichkeit von Detektorelementen als eine Funktion der Abtastrate bestimmt wird. Diese skalare Beziehung ist in einer Vektorform vorhanden und kann angewendet werden, um unabhängig einen Kalibrationsvektor 40s bei einer Basisabtastrate zur Bereitstellung eines wirksamen Kalibrationsvektors 40s bei einer Vielfalt von Abtastraten zu erhalten, ohne daß zeitaufwendige tägliche Kalibrationsabtastraten mit jeder der Abtastraten nötig sind.



DE 101 64 281 A 1

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Röntgencomputertomographiegeräte (Röntgen-CT-Geräte) und insbesondere auf ein Verfahren zur Kalibration von CT-Daten bei einer Erfassung mit unterschiedlichen Abtastraten.

[0002] Bei der Röntgencomputertomographie handelt es sich um eine allgemein bekannte Prozedur zur Erzeugung von Querschnittbildern aus von einem Computer verarbeiteten, entlang der Ebene des Querschnitts aufgenommenen Röntgenprojektionen. Bei einem typischen CT-Gerät ist eine Röntgenröhre an einem drehbaren Portal angebracht, um einen Fächerstrahl von Röntgenstrahlen durch einen "Schnitt" aus einer Vielfalt von Winkeln zu einem Patienten zu projizieren. Die Röntgenstrahlen werden nach ihrem Hindurchgehen durch den Patienten durch eine nachstehend als Mehrelementdetektor bezeichnete Mehrelementerfassungseinrichtung empfangen, um eine Messung der Röntgenabschwächung entlang einer Vielfalt von Strahlen des Fächerstrahls ("Projektionen") bereitzustellen. Die Abschwächungssignale von den Elementen des Mehrelementdetektors werden durch ein Datenerfassungssystem abgetastet und digitalisiert.

[0003] Bei einer Reihe von Winkeln, typischerweise nicht weniger als 180° plus dem halben Fächerstrahlwinkel, um den Patienten gesammelte digitalisierte Projektionen werden in einem "tomographischen Projektionssatz" gesammelt und gemäß in dem Fachgebiet allgemein bekannten Verfahren wie beispielsweise der gefilterten Rückprojektion in ein Bild eines Querschnitts des Patienten entlang dem Schnitt rekonstruiert.

[0004] Die Mathematik der Computertomographierekonstruktion erfordert es, daß jeder Detektor sehr stabil ist, so daß die Abschwächungssignale über die Zeit gleich sind, wenn ein identischer Röntgenfluß durch die Detektoren empfangen wird. Zur Realisierung dieser Stabilität werden die Detektorelemente derart hergestellt, daß sie ähnliche elektrische Eigenschaften aufweisen, und verbleibenden Variationen wird mittels eines "Korrekturvektors" oder mehrerer "Korrekturvektoren" Rechnung getragen.

[0005] Die Korrekturvektoren stellen einen Wert für jedes Detektorelement bereit, der von entsprechenden durch die Detektoren erfaßten Abschwächungswerten ("Abtastwerten") subtrahiert oder mit diesen multipliziert werden kann, um die Abschwächungswerte hinsichtlich einer Detektor-zu-Detektor-Variation zu korrigieren. Die Korrekturvektoren werden mit unterschiedlichen Intervallen aktualisiert. Vor jeder Abtastung wird ein nachstehend als "Versatzvektor" bezeichneter "Offsetvektor" gemessen, der Signalversätze wie beispielsweise von "Dunkelströmen", die bei einem Fehlen von empfangenen Röntgenstrahlen in Detektoren auftreten, korrigiert und zur Entfernung des Versatzes von den Abschwächungswerten subtrahierte Werte umfaßt. Zu der Zeit der Abtastung wird ein "Bezugsnormalisierungsvektor" auf der Grundlage eines bei einem Bezugsdetektor empfangenen Signals erzeugt. Der Vektor korrigiert durch Änderungen des Röntgenröhrenstroms verursachte Variationen.

[0006] Auf einer täglichen Grundlage wird ein "Luftkalibrationsvektor" gemessen, der eine Signalskalierung aus einer Vielfalt von möglichen Quellen einschließlich Änderungen der Röntgenröhrenspannung, Apertur, Brennfleckgröße, Filtration und Abtastrate korrigiert. Der Luftkalibrationsvektor wird mit nichts in dem Röntgenstrahl vor einer Abtastung von Patienten gemessen. Weitaus weniger häufig werden Korrekturvektoren für "Strahlverhärtung" und "Primärgeschwindigkeit" gemessen, wobei der letztere eine Funktion des Detektors ist und sich für einen gegebenen Detektor

nicht ändert. Diese Korrekturvektoren werden typischerweise selten gemessen, einmal zu der Zeit der Herstellung und danach lediglich mit Hauptwartungsintervallen, z. B. wenn die Röntgenröhre oder Filter ersetzt werden.

[0007] Derzeitige CT-Geräte ermöglichen eine Auswahl aus einer Vielfalt von Abtastgeschwindigkeiten. Hohe Abtastgeschwindigkeiten können für Bilder erwünscht sein, wenn eine Organ- oder Patientenbewegung ein Problem sein kann und ein kleiner Störabstand toleriert werden kann. Niedrigere Abtastgeschwindigkeiten werden verwendet, wenn die Bewegung weniger problematisch ist und Bilder mit einem großen Störabstand benötigt werden. Jede dieser Abtastgeschwindigkeiten kann die Verwendung einer anderen Abtastrate der Abschwächungssignale von den Elementen des Mehrelementdetektors erfordern.

[0008] Variationen der Abtastrate können den Luftkalibrationsvektor deutlich beeinflussen. Entsprechend muß der Kalibrationsvektor für jede mögliche Abtastrate gemessen werden, was die zur Ausführung dieser täglichen Kalibrationsprozedur erforderliche Zeit deutlich erhöht. Die gegenwärtigen Erfinder haben es erkannt, daß eine einfache Beziehung zwischen den Werten der Kalibrationsvektoren bei unterschiedlichen Abtastraten entwickelt werden kann. Diese Beziehung, die durch eine Ausführung einer Folge von stationären Luftabtastungen mit unterschiedlichen Abtastraten bestimmt werden kann, kann zur Modifikation eines begrenzten Satzes von mit einer Basisabtastrate aufgenommenen Kalibrationsvektoren zur Verwendung mit jeder Abtastrate verwendet werden.

[0009] Allgemein stellt die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Kalibration von von einem in einem Röntgencomputertomographiegerät verwendeten Mehrelementröntgendetektor erhaltenen Abschwächungssignalen bereit, wobei die Abschwächungssignale die Stärke von von einer Röntgenquelle empfangenen Röntgenstrahlen nach einem Hindurchgehen der Röntgenstrahlen durch ein Meßvolumen angeben. Die Signale werden durch ein digitales Erfassungssystem mit unterschiedlichen Abtastraten abgetastet. Für jede Abtastrate einer Vielzahl von unterschiedlichen Abtastraten einschließlich einer Basisrate wird der Mehrelementdetektor zur Erfassung eines Luftabtastvektors von Signalen verwendet, wenn das Meßvolumen frei von einem abzubildenden Objekt ist. Der Mehrelementdetektor wird daraufhin zur Erfassung eines tomographischen Projektionssatzes von Signalen mit einer gegebenen Abtastrate verwendet, wenn das Meßvolumen ein abzubildendes Objekt enthält. Es wird ein Abtastratenkorrekturvektor erzeugt, der eine Funktion des Luftabtastvektors für die Basisrate und des Luftabtastvektors für die gegebene Abtastrate ist, und dieser wird zur Modifikation eines Kalibrationsvektors verwendet. Der modifizierte Kalibrationsvektor wird auf den tomographischen Projektionssatz angewendet.

[0010] Es zeigen:

[0011] Fig. 1 eine vereinfachte graphische Darstellung der 73 prinzipiellen Elemente eines handelsüblichen Tomographiegeräts, die eine Röntgenquelle (18) und einen Mehrelementdetektor (22), die einander gegenüberliegen, und ein Verarbeitungssystem (26), das Abschwächungssignale von dem Mehrelementdetektor empfängt und mit einer Bedienungsperson-Bedieneinheit kommuniziert, zeigt;

[0012] Fig. 2 ein ausführliches Blockschaltbild des Detektors (22) und Verarbeitungssystems (26) gemäß Fig. 1, das ein Datenerfassungssystem (30) wie es Daten von dem Mehrelementdetektor mit unterschiedlichen Abtastraten erfassen kann, einen zugehörigen Speicher (36) zur Speicherung von Daten einschließlich Luftabtastvektorverhältnissen (46) und eine Verarbeitungseinrichtung (38) zur Ausführung eines Programms (48) zum Ausführen des Verfahrens

gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt; und

[0013] Fig. 3 ein Datenflußdiagramm, das die Rekonstruktion eines Projektionssatzes (42) unter Verwendung der Luftabtastrastverhältnisse (46) gemäß Fig. 2 zur Erzeugung eines Bilds zeigt.

[0014] Mit Bezug auf Fig. 1 umfaßt ein Computertomographiegerät 10 ein ringförmiges Portal 12 mit einer zentralen Öffnung 14. Das Portal 12 ist zur Drehung um eine in der Öffnung 14 zentrierte und im allgemeinen zu einer Breitseite des Portals 12 senkrechte Achse 16 gehalten.

[0015] An der Seite ist bei einer Kante des Portals 12 eine Röntgenröhre 18 befestigt, die einen Fächerstrahl von Röntgenstrahlen 20 quer über die Öffnung 14 zu einem Mehrelementdetektor 22 richtet, der bei einer gegenüberliegenden Kante des Portals 12 befestigt ist. Elemente 24 des Mehrelementdetektors 22 erstrecken sich entlang der Seite des Portals 12 um einen auf die Röntgenquelle zentrierten Radius. Jedes Element 24 mißt die Abschwächung der Röntgenstrahlen 20, die durch ein (nicht gezeigtes) abgebildetes Objekt in der Öffnung 14 verursacht wird.

[0016] Ein Filter/Kollimator 19, der mehrere austauschbare Filterelemente und Kollimatoren umfassen kann, ist gemäß in dem Fachgebiet allgemein bekannten Verfahren zwischen der Röntgenröhre 18 und der Öffnung 14 angeordnet.

[0017] Abschwächungssignale von jedem der Elemente 24 werden durch ein Verarbeitungssystem 26 empfangen, das ferner die Drehung des Portals 12, die Auswahl der Filtration und Kollimation des Filters/Kollimators 19 und die Aktivierung der Röntgenröhre 18 steuert. Eine Bedieneinheit 28 ist ebenfalls mit dem Verarbeitungssystem 26 verbunden und sorgt für die Eingabe von Abtastparametern (z. B. die Abtastgeschwindigkeit) von einer Bedienungsperson und die Ausgabe rekonstruierter Tomographiebilder zu der Bedienungsperson.

[0018] Nachstehend auf Fig. 2 Bezug nehmend stellen die Detektorelemente 24 des Mehrelementdetektors 22 jeweils unabhängige Abschwächungssignale für ein Mehrkanaldatenerfassungssystem 30 bereit, das die unabhängigen Signale bei jedem der Detektorelemente 24 mit einer durch einen Abtastrastentaktgeber 32 bestimmten Abtastrate abtastet. Im allgemeinen wird der Abtastrastentaktgeber 32 derart eingestellt, daß die Abtastrate der Abschwächungssignale einen gewünschten Winkelabstand zwischen den Projektionen eines erfaßten tomographischen Projektionssatzes mit unterschiedlichen Portaldrehgeschwindigkeiten bereitstellt. Wie es angeführt ist, kann die Portalgeschwindigkeit zur Steuerung der Abtastzeit geändert werden.

[0019] Jedes der abgetasteten Abschwächungssignale wird digitalisiert und als unverarbeitete Abschwächungsdaten über einen internen Bus 34 übertragen. Der interne Bus 34 kommuniziert ferner mit einem Speicher 36 und einer Verarbeitungseinheit 38. Der Bus 34 kann auch über einen (nicht gezeigten) Anschluß mit der Bedieneinheit 28 kommunizieren. Die über den Bus 34 arbeitende Verarbeitungseinheit 38 kann die Geschwindigkeit des Abtastrastentaktgebers 32 gemäß der durch die Bedienungsperson über die Bedieneinheit 28 eingegebenen gewünschten Abtastgeschwindigkeit steuern.

[0020] Eine Abtastung des vollen Satzes von Abschwächungssignalen von den Datenelementen 24 des Mehrelementdetektors 22 erzeugt einen Projektionsvektor 39 von Werten, wobei die Vektorelemente unverarbeiteten Abschwächungsdaten von speziellen Detektorelementen 24 entsprechen. Ein tomographischer Projektionssatz 42 ist ein Satz von Projektionsvektoren 39, die unterschiedlichen Winkeln der Portaldrehung entsprechen.

[0021] Im allgemeinen kann der Speicher 36 einen tomo-

graphischen Projektionssatz 42 von Vektoren zur Verarbeitung sowie einen Kalibrationsvektor 40 und einen Versatzvektor 44 speichern. Der Kalibrationsvektor 40 umfaßt Werte, die bei einer Multiplikation mit den unverarbeiteten Abschwächungsdaten des tomographischen Projektionssatzes (wobei die Multiplikation zwischen entsprechenden Elementen der Vektoren stattfindet) die unverarbeiteten Abschwächungsdaten des Projektionssatzes 42 hinsichtlich durch andere Faktoren als die Abschwächung von Röntgenstrahlen verursachten Variationen der Messungen korrigieren, um Artefakte in dem rekonstruierten Bild zu verringern. Der Kalibrationsvektor 40 als solcher kann Kalibrationen für Strahlverhärtung und Primärgeschwindigkeit umfassen, wie es vorstehend beschrieben ist.

[0022] Der Versatzvektor 44 stellt Werte bereit, die bei einer Subtraktion von den unverarbeiteten Abschwächungsdaten des Projektionssatzes 42 Versätze beseitigen, die ohne Bezug zu der Abschwächung der Röntgenstrahlenergie sind. Der Versatzvektor 44 wird normalerweise vor dem Kalibrationsvektor 40 angewendet.

[0023] Für die Erfindung speichert der Speicher 36 ferner einen Satz von Vektoren von stationären Luftabtastrastverhältnissen 46A bis 46C, die jeweils auf eine andere Geschwindigkeit des Abtastrastentaktgebers 32 bezogen sind. Die Vektoren der Luftabtastrastverhältnisse 46A bis 46C stellen mehrere Abschwächungsmessungen (für jedes Detektorelement) ohne eine Portaldrehung und ohne einen Patienten in der Öffnung 14 des Portals dar, die bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten des Abtastrastentaktgebers 32 aufgenommen werden, deren Durchschnitt gebildet wird und auf die verhältnismäßig (ratiometrically) zu auf ähnliche Weise erfaßten und einer Durchschnittsbildung unterzogenen Abschwächungsmessungen mit einer Bezugsbasisabtastrast Bezug genommen wird. Die Messungen mit der Bezugsbasisabtastrast bilden den Zähler, und die Messungen mit den anderen Abtastraten bilden die Nenner der Luftabtastrastverhältnisse 46. Die Luftabtastrastverhältnisse 46A bis 46C stellen ein Maß für Empfindlichkeitsunterschiede zwischen Detektoren als eine Funktion von unterschiedlichen Abtastraten bereit. Bei der Basisabtastrast handelt es sich typischerweise um die mittlere Abtastrast.

[0024] Auf einer täglichen Grundlage werden Luftkalibrationen lediglich mit der Basisabtastrast ausgeführt, um eine Basisabtastratenluftabtastrastung 45 bereitzustellen. Die früher aufgenommenen Luftkalibrationsverhältnisse 46 können mit der täglichen Basisabtastratenluftabtastrastung 45 multipliziert werden, um für unterschiedliche Abtastraten einen geeigneten Kalibrationsvektor zu erzeugen. Während lediglich drei verschiedene derartige Vektoren von stationären Luftabtastrastverhältnissen gezeigt sind, wird im allgemeinen ein Vektor von Verhältnissen für jede mögliche Abtastrast gespeichert, wie viele es auch immer sein mögen.

[0025] Ferner ist in dem Speicher 36 ein Programm 48 enthalten, das durch die Verarbeitungseinheit 38 ausgeführt wird, um eine Gerätesteuerung und Rekonstruktion, wie sie in dem Fachgebiet selbstverständlich sind, und den nachstehend beschriebenen Kalibrationsprozeß, bei dem es sich um einen Teil der Erfindung handelt, bereitzustellen.

[0026] Nachstehend auf Fig. 3 Bezug nehmend kann ein Projektionssatz 42 von Daten einschließlich zur Erzeugung des Bezugsnormalisierungsvektors verwendeter Bezugskanaldaten 52 erfaßt werden. Jeder der Projektionsvektoren 39 des Projektionssatzes 42 wird daraufhin durch den Versatzvektor 44 korrigiert, der von jedem der Projektionsvektoren 39 subtrahiert wird, wobei die Subtraktion durch eine Subtraktionseinrichtung 55 auf einer Element-für-Element-Grundlage durchgeführt wird, um versatzkorrigierte Projektionen 54 zu erzeugen.

[0027] Die versatzkorrigierten Projektionen 54 werden einer Multiplikationseinrichtung 56 zugeführt, um sie mit dem Primärgeschwindigkeitskorrekturabschnitt des Vektors 40 zu multiplizieren. Die sich ergebenden versatzkorrigierten Projektionen 57 werden daraufhin einer Divisionseinrichtung 58 zugeführt, um sie durch einen aus den Bezugskanaldaten 52 gebildeten Bezugsnormalisierungsvektor zu dividieren, wie es in dem Fachgebiet selbstverständlich ist. Im allgemeinen dividieren die Bezugsdaten 52 für einen gegebenen Projektionsvektor 39 die anderen Elemente für den Projektionsvektor 39.

[0028] Die so erzeugten bezugskorrigierten Daten 60 werden daraufhin einer Multiplikationseinrichtung 61 zugeführt, um sie mit dem Produkt aus (1) einem der Luftabastverhältnisse 46A-46C wie durch die Abtastrate, mit der der Projektionssatz 42 erfaßt wurde, vorgeschrieben und (2) der Basisabtastratenluftabastung 45 zu multiplizieren. Das so modifizierte Luftabastverhältnis 46A-46C wird durch die Multiplikationseinrichtung 61 auf einer Element-für-Element-Grundlage angewendet, um luftabastkorrigierte Daten 62 zu erzeugen.

[0029] Die luftabastkorrigierten Daten 62 werden daraufhin einer Vorverarbeitungseinrichtung 63 zugeführt, die einen negativen Logarithmus (der die exponentielle Abschwächung von Röntgenstrahlen widerspiegelt) und die Strahlverhärtungskorrektur des Vektors 40 gemäß in dem Fachgebiet allgemein bekannten Verfahren anwendet. Die korrigierten Daten 70 werden einer Rekonstruktionseinrichtung 72 zur Erzeugung des Tomographiebilds (gemäß einem allgemein bekannten Verfahren) zugeführt, wie es beispielsweise der Bedieneinheit 28 zugeführt wird.

[0030] Die vorstehend beschriebenen verschiedenen Ausführungsbeispiele der Erfindung sorgen für unterschiedliche Merkmale. Mit der Erfindung kann der für Kalibrationsvektoren benötigte Speicherplatz verringert werden, und tägliche Erfassungen von Luftabastungen werden auf eine einzelne Abtastrate beschränkt.

[0031] Es ist zu beachten, daß die Erfindung die Erfassung von mehreren Luftabastdatenvektoren für zumindest eine gegebene Abtastrate und die Durchschnittsbildung zwischen ihnen ermöglicht, und auf diese Weise kann eine beliebige Genauigkeit bei der Erzeugung des Skalierungsfaktors erhalten werden, der Abtastraten in Bezug zu Einstellungen des Kalibrationsvektors setzt.

[0032] Wenn das Tomographiegerät eine Röntgenröhre umfassen kann, die dem Mehrelementröntgendetektor gegenüberliegend an einem drehbaren Portal angebracht ist, können die Luftabastungen ohne eine Portalbewegung aufgenommen werden, und somit kann ein Skalierungsfaktor erhalten werden, der die Wirkungen der Abtastung von untergeordneten Wirkungen wie beispielsweise den Wirkungen, die mit der Portalbewegung entstehen können, isoliert.

[0033] Es ist insbesondere beabsichtigt, daß die Erfindung nicht auf die enthaltenen Ausführungsbeispiele und Veranschaulichungen beschränkt ist, sondern daß modifizierte Formen der Ausführungsbeispiele einschließlich Teilen der Ausführungsbeispiele und Kombinationen von Elementen verschiedener Ausführungsbeispiele ebenfalls umfaßt sind, wie sie in den Schutzbereich der folgenden Patentansprüche fallen.

[0034] Eine zeitaufwendige Kalibration eines Mehrelementröntgendetektors für ein Mehrabtastratenfähigkeiten aufweisendes Röntgencomputertomographiegerät 10 wird reduziert, indem durch die Verwendung von Luftabastungen eine skalare Beziehung zwischen der Empfindlichkeit von Detektorelementen als eine Funktion der Abtastrate bestimmt wird. Diese skalare Beziehung ist in einer Vektorform vorhanden und kann angewendet werden, um unab-

hängig einen Kalibrationsvektor 40s bei einer Basisabtastrate zur Bereitstellung eines wirksamen Kalibrationsvektors 40s bei einer Vielfalt von Abtastraten zu erhalten, ohne daß zeitaufwendige tägliche Kalibrationsabastungen mit jeder der Abtastraten nötig sind.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Kalibration von Abschwächungssignalen von einem bei der Röntgencomputertomographie verwendeten Mehrelementröntgendetektor, wobei die Abschwächungssignale die Stärke von von einer Röntgenquelle nach einem Hindurchgehen durch ein Meßvolumen empfangenen Röntgenstrahlen 20 angeben, wobei die Signale durch ein digitales Erfassungssystem mit unterschiedlichen Abtastraten abgetastet werden, wobei das Verfahren die Schritte umfaßt:

- (a) für jede Abtastrate einer Vielzahl von unterschiedlichen Abtastraten einschließlich einer Basisrate den Mehrelementdetektor 22 zur Erfassung eines Luftabastdatenvektors von Signalen verwenden, wenn das Meßvolumen frei von einem abzubildenden Objekt ist;
- (b) Verwenden des Mehrelementdetektors 22 zur Erfassung eines tomographischen Projektionssatzes von Signalen bei einer gegebenen Abtastrate, wenn das Meßvolumen ein abzubildendes Objekt enthält;
- (c) Erfassen eines aktuellen Luftabastvektors 45 für die Basisrate;
- (d) Modifizieren des Luftabastvektors für die gegebene Abtastrate durch den aktuellen Luftabastvektor für die Basisrate; und
- (e) Anwenden des modifizierten Luftabastvektors für die gegebene Abtastrate auf den tomographischen Projektionssatz 42;

wodurch ein einzelner aktueller Luftabastvektor für die Basisrate zur Ableitung aktueller Luftabastvektoren bei einer Vielfalt von Abtastraten verwendet werden kann.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Mehrelementröntgendetektor in einem Röntgentomographiegerät mit einer Röntgenröhre 18, die dem Mehrelementröntgendetektor gegenüberliegend an einem drehbaren Portal 12 angebracht ist, und ferner mit einer Filtrationsvorrichtung, die Filter in den und aus dem Röntgenstrahl bewegt, und einem Kollimator, der eine einstellbare Kollimation des Röntgenstrahls ermöglicht, verwendet wird, und wobei der Luftabastvektor für die gegebene Abtastrate aus einer Gruppe ausgewählte Kalibrationen bereitstellt, die sich zusammensetzt aus: Kalibrationen für unterschiedliche der Röntgenröhre 18 zugeführte Spannungen, Kalibrationen für unterschiedliche Filter, Kalibrationen für unterschiedliche Elementgewinnfaktoren und Kalibrationen für unterschiedliche Kollimationen.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Luftabastvektor für die gegebene Abtastrate modifiziert wird, indem er mit einem Verhältnis des durch einen in dem Schritt (a) erfaßten Luftabastvektor für die Basisrate dividierten aktuellen Luftabastvektors für die Basisrate multipliziert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Anwendens des modifizierten Luftabastvektors für die gegebene Abtastrate auf den tomographischen Projektionssatz die Elemente des modifizierten Luftabastvektors mit entsprechenden Elementen von Projektionen des tomographischen Projektionssatzes multipli-

ziert.

5. Verfahren nach Anspruch 1 mit dem Schritt des Verwendens des Mehrelementdetektors 22 zur Erfassung eines Versatzvektors 44, wobei die Röntgenquelle abgeschaltet ist, und des Subtrahierens des Versatzvektors 44 von Projektionen des tomographischen Projektionssatzes vor dem Schritt (e).
6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt (a) die Erfassung von mehreren Luftabtastratenvektoren für zumindest eine gegebene Abtastrate und die Durchschnittsbildung aus den mehreren Luftabtastratenvektoren in einen Luftabtastratenvektor für die gegebene Abtastrate umfaßt.
7. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das abzubildende Objekt ein Mensch ist.
8. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Basisrate die Mittelfrequenzabtastrate ist.
9. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Tomographiegerät 10 eine Röntgenröhre 18 umfaßt, die dem Mehrelementröntgendetektor gegenüberliegend an einem drehbaren Portal 12 angebracht ist, und wobei die in dem Schritt (a) erfaßten Luftabtastratenvektoren ohne eine Bewegung des Portals 12 aufgenommen werden.
10. Verfahren nach Anspruch 1, ferner mit dem Schritt des wiederholten Erfassens der Luftabtastung bei der Basisrate des Schritts (a) mit einer ersten Periode und des wiederholten Erfassens von Luftabtastungen bei anderen Abtastraten als der Basisabtastrate mit einer zweiten Periode, die länger als die erste Periode ist.
11. Kalibrationseinrichtung für einen bei der Röntgencomputertomographie verwendeten Mehrelementröntgendetektor, wobei Elemente des Detektors Signale erzeugen, die die Stärke von von einer Röntgenquelle empfangenen Röntgenstrahlen 20 angeben, wobei die Röntgenstrahlen 20 durch ein Meßvolumen hindurchgehen, wobei die Kalibrationseinrichtung umfaßt:
 - (a) ein Datenerfassungssystem 30, das Daten von dem Mehrelementröntgendetektor mit einer Abtastrate einer Vielzahl von unterschiedlichen Abtastraten einschließlich einer Basisrate abtastet;
 - (b) einen Speicher 36, der speichert:
 - (i) mehrere Luftabtastratenvektorverhältnisse 46 von dem Mehrelementdetektor 22, die bei unterschiedlichen Abtastraten einschließlich der Basisrate aufgenommen werden, wobei Röntgenstrahlen 20 durch das Meßvolumen hindurchgehen, wenn es frei von einem abzubildenden Objekt ist;
 - (ii) einen Luftkalibrationsvektor 45 für den Mehrelementröntgendetektor;
 - (c) einen Eingang zum Empfangen eines tomographischen Projektionssatzes 42 von Signalen von Röntgenstrahlen 20, die durch das abzubildende Objekt enthaltene Meßvolumen hindurchgehen; und
 - (d) eine Arithmetikschaltung, die mit dem Speicher 36 kommuniziert, um einen Abtastratenkorrekturvektor zu erzeugen, der eine Funktion des Luftabtastratenvektors für die Basisrate und des Luftabtastratenvektors für die gegebene Abtastrate ist, und den tomographischen Projektionssatz durch den Abtastratenkorrekturvektor und den Kalibrationsvektor zu modifizieren.
12. Kalibrationseinrichtung nach Anspruch 11, wobei der Mehrelementröntgendetektor in einem Röntgentomographiegerät mit einer Röntgenröhre 18, die dem Mehrelementröntgendetektor gegenüberliegend an ei-

nem drehbaren Portal 12 angebracht ist, und ferner mit einer Filtrationsvorrichtung, die Filter in den und aus dem Röntgenstrahl bewegt, und einem Kollimator, der eine einstellbare Kollimation des Röntgenstrahls ermöglicht, verwendet wird, und wobei der gespeicherte Kalibrationsvektor 40 aus einer Gruppe ausgewählte Kalibrationen bereitstellt, die sich zusammensetzt aus: Kalibrationen für unterschiedliche der Röntgenröhre 18 zugeführte Spannungen, Kalibrationen für unterschiedliche Filter und Kalibrationen für unterschiedliche Kollimationen.

13. Kalibrationseinrichtung nach Anspruch 11, bei der der Speicher 36 mehrere Luftabtastratenvektoren für zumindest eine gegebene Abtastrate speichert und die eine Durchschnittsbildungsschaltung zur Durchschnittsbildung aus den mehreren Luftabtastratenvektoren in einen Luftabtastratenvektor für die gegebene Abtastrate umfaßt.

14. Kalibrationseinrichtung nach Anspruch 13, wobei die Arithmetikschaltung, die Durchschnittsbildungsschaltung und 1 die Subtraktionsschaltung als ein ein gespeichertes Programm 48 ausführender elektronischer Computer realisiert sind.

15. Kalibrationseinrichtung nach Anspruch 11, wobei die Basisrate die Mittelfrequenzabtastrate ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

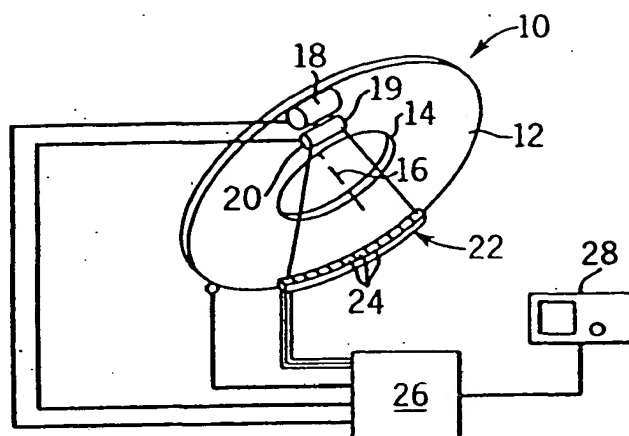


FIG. 1

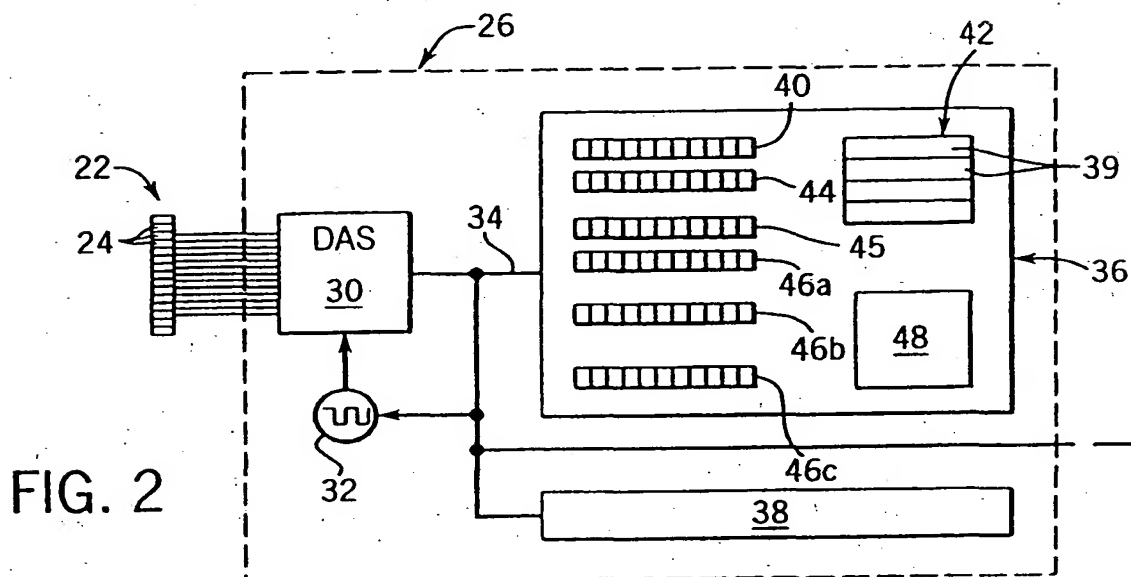


FIG. 2

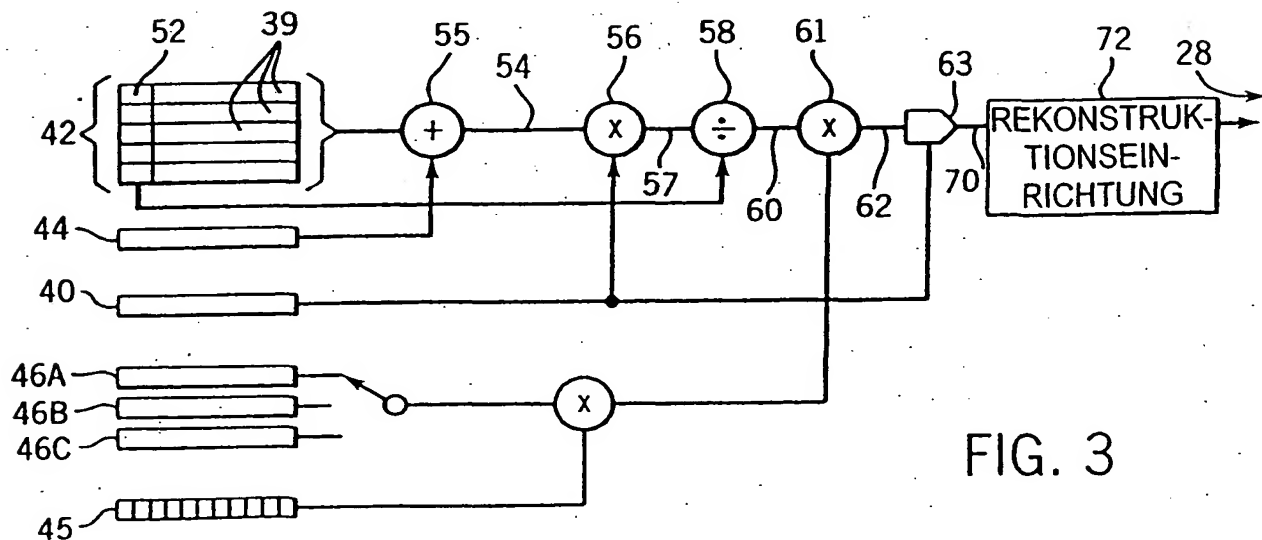


FIG. 3